

氏名	江坂 篤侍
学位の種類	博士 (数理情報学)
学位記番号	数博甲第 12 号
学位授与の日付	平成 30 年 3 月 21 日
論文題名	自己適用を目的としたソフトウェアアーキテクチャの構築と運用に関する研究
審査委員 主査	(教授) 青山 幹雄 (教授) 阿草 清滋 (教授) 野呂 昌満 (教授) 山本 晋一郎 (愛知県立大学)

1. 論文の内容の要旨

本論文では、自己適応計算をソフトウェアアーキテクチャの観点から考察している。特定の応用領域に依存した既存技術を整理し、統一的に扱うパターンを定義することで、アーキテクチャ設計からコード記述に至るまでの開発支援の可能性を議論したものである。その背景には、計算機科学の課題であった自己適応計算が、CPU の性能ならびにコンピュータネットワークの通信速度の飛躍的な向上にともない、多岐にわたる応用領域で、ソフトウェア工学の課題としてその実用性を議論されるようになってきたことが挙げられる。Salehie らは、特定の応用領域に依存した技術を包括的に分類している。本論文では、これらを統一的に扱う方法を提案し、それが、再利用や技術転換の基盤となることを示している。

本研究では、組み込みから基本ソフトウェアまでの多岐にわたる以下の複数応用領域を対象とした事例研究を行い、その結果を一般化し、提案するパターンの有用性を議論している。

- コンテキスト指向組み込みソフトウェアの作成支援
- コンテキスト指向インタラクティブソフトウェアの作成支援
- メタモデルコンパイラの作成支援
- コンテキスト協調 IoT システムの作成支援

Salehie らは自己適応技術を分類するための 14 の局面を定義し、それらを、適用対象、実現方法、時制特性、適用結果の影響の 4 グループに整理している。本研究では、この分類を基礎とし、4 事例におけるパターン適用が局面を網羅的に取り扱うものであることを示している。

論文は 10 章からなり、1 章から 3 章は研究の背景、目的、技術課題、解決策について述べている。

4 章では、研究の核である、PBR(Policy Based Reconfiguration)パターンの設計について述べている。PBR パターンは最も広く使用されているアスペクト指向プログラミングである AspectJ のアドバイス記述をアーキテクチャパターンとして一般化したものである。これにより、自己適応計算における再構成処理とそのポリシーを分離して記述できる仕組みを提供する。

5 章では、コンテキスト指向組み込みソフトウェアの作成支援について考察している。PBR パターンを適用することでコンテキストと組み込みソフトウェア固有の非機能特性をアスペクトとして統一的に扱えることを示している。さらに、設計パターンを用いて PBR パターンを記述することにより、設計レベルのパターンとの関係を整理し、それら設計パターンに定義された実現コードをコーディングパターンとしている。このように、アーキテクチャレベルからコードレベルに至る支援が可能なことを示している。

6 章では、コンテキスト指向インタラクティブソフトウェアの作成支援について考察している。再構成ポリシーの記述において、ソフトコンピューティングとハードコンピューティング双方を矛盾なく記述できる仕組みを定義している。PBR パターンを自己相似

的に適用することで、両者を統一的に矛盾なく記述する枠組みが提供可能であることを示している。

7章では、メタモデルコンパイラのアーキテクチャを提案している。モデルコンパイラをその入出力によって分類し、それらを統一的に定義するアスペクト指向ソフトウェアアーキテクチャを提案している。メタモデルコンパイラのアーキテクチャもその一種であり、PBR パターンを自己反映的に適用することで、簡素なアーキテクチャとして定義できることを示している。

8章ではコンテキスト協調に PBR パターンを適用することを試みている。メタコンテキストを用いて、コンテキスト協調の記述を試みている。メタコンテキストを PBR パターンの自己反映的な適用により実現し、これにより、再構成ポリシー記述の簡素化が図れることを示している。

9章で、4章から8章までに述べた事例が Salehie らの分類を網羅することを示した上で、PBR パターンにより、個々の自己適応技術を統一的に説明することが可能であることを考察している。さらに PBR パターンが再利用や技術転換に資するものであり、プロセス支援の側面を持つことに言及している。

10章で以上を総括した上で、残された研究課題を整理し、論文を結んでいる。

2. 論文審査の結果の要旨

2017年10月11日に中間審査を行った。そのさい、公刊した業績が整えば学位授与の可能性があると判断した。以下の点を指摘し、最終審査までに改めることを要求した。

- 研究の独自性ならびに解決すべき技術課題について具体的に説明すること。
- 関連研究を十分に調査し、研究の位置付けをより明確にすること。
- 発表においては、重要な部分に焦点を当て、わかりやすく行うこと。

2018年2月3日に最終試験を行った。まず、論文名が内容にそぐわないことを指摘し、その変更を求めた。結果、現在の論文名とした。中間審査での指摘事項については、相当の改善があったと判断できたものの、発表において仔細の説明に時間を費やすこととなり、全体としての主張が不明瞭になったことを指摘した。研究の位置付けについても、先行研究との比較検討からさらに明確にすべきことを指摘した。以上に該当する箇所について論文の修正を求めた。後日提出された修正論文を再度精査し、要求通りの訂正が行われていることを確認した。

本研究の成果は以下の通りであると判断した。すなわち、これまで個々の応用領域に特定のものとして提案されてきた自己適応技術を統一的に説明する枠組みとしてアーキテクチャパターンを定義し、それに基づき、設計パターンならびにコーディングパターンを定義することで、応用領域ならびに抽象度に依存しない自己適応のための枠組みを提供した。これは数理情報学における研究として学術上価値があるだけでなく実用に供する技術と評価できる。これを以って本論文提出者江坂篤侍君は博士（数理情報学）の学位を受けるにふさわしいとの結論を得た。

平成 30 年 2 月 24 日

主査 (教授) 青山 幹雄
(教授) 阿草 清滋
(教授) 野呂 昌満
(教授) 山本 晋一郎 (愛知県立大学)